

GEOLOŠKA ZGRADBA
IN NEKATERE HIDROLOŠKE ZNAČILNOSTI
BRUHALNIKA LIJAKA

GEOLOGICAL SETTING AND SOME HYDROLOGICAL PROPERTIES
OF LIJAK EFFLUENT

JOŽE ČAR
† RADO GOSPODARIČ

Izvleček

UDK 556.34(497.12—15)
528.9:55(497.12—15)

Čar Jože, Gospodarič Rado: Geološka zgradba in nekatere hidrološke značilnosti bruhalnika Lijaka

Podrobno geološko kartiranje v okolici občasnega bruhalnika Lijaka pri Ozeljanu v Vipavski dolini in strukturno piezometriška vrtina v njegovem neposrednem zaledju sta pokazala precej drugačne geološke razmere, kot so bile izrisane na starejših geoloških kartah. Splet velike polegle gube zahodnega dela Trnovskega gozda s postopnim prehodom zgornjekrednega apnenca v flišne kamnine, šibkejša subhorizontalna naravnica v temenu gube in čez stometrski vertikalni premik ob lijaškem prelomu ustvarjajo geološko strukturo, ki omogoča akumulacijo velikih količin kraške podzemne vode. Lijak ima skupno hidrološko zaledje z Mrzlekom. Pri Lijaku odteka le visoke vode ob deževju, ob normalnih hidroloških pogojih pa voda odteka dalje proti Mrzleku.

Abstract

UDC 556.34(497.12—15)
528.9:55(497.12—15)

Čar Jože, Gospodarič Rado: Geological Setting and some Hydrological Properties of Lijak Effluent

Detailed geological mapping near the periodical effluent Lijak at Ozeljan in Vipava valley and structural piezometric bore-hole in its direct hinterland have shown rather different geologic properties as were drawn on older geological maps. Combination of big recumbent fold on the western part of Trnovski gozd with progressive transition of Upper Cretaceous limestones to flysch, weak subhorizontal thrust on the fold crest and more than hundred meters of vertical displacement along the Lijak fault create the geological setting which renders possible the accumulation of big quantities of underground karst water. Lijak has a common hydrological hinterland with Mrzlek. The high waters are flowing out of Lijak after big rains only while during the normal hydrological conditions the water flows further on towards Mrzlek.

Naslov — Address

dr. JOŽE ČAR, dipl. ing. geol., izred. prof.
Rudnik živega srebra Idrija
Raziskovalna enota
Kapetana Mihevcva 15
65280 Idrija
Jugoslavija

Z geološkim kartiranjem območja Lijaka se je končalo moje dolgoletno plodno sodelovanje s prijateljem dr. Radom Gospodaričem. Njegova smrt je dokončno prekinila najine načrte o podrobni razčlenitvi hidrogeoloških razmer na ozemlju med Lijakom in Mrzlekom. Pri raziskavah v letu 1986, na podlagi katerih je nastal ta prispevek, je Rado še sodeloval z vsem svojim temeljitim geološkim znanjem in njemu lastno vestnostjo in zagnanostjo. Zato je pričujoči članek tudi plod njegovih razmišljanj.

PROBLEMATIKA

Vodnogospodarski problemi Goriške in spodnje Vipavske doline so iz leta v leto večji. Po dograditvi solkanske akumulacije je začela dotekati v zajetje Mrzleka soška voda in s tem slabša kvaliteto pitne vode. Sočasno so obsežna melioracijska dela in želja po intenzivni kmetijski proizvodnji odprla potrebo po večjih količinah vode za namakanje. To sili vodarje v iskanje drugačne, perspektivno zanesljivejše bodoče vodooskrbe za spodnjo Vipavsko dolino, Novo Gorico in Gorico, agronome pa v zajem čimvečjih količin vode za zanesljivo namakanje kmetijskih površin.

Omenjene težave bi lahko rešili z vodo iz občasnega bruhalnika Lijaka pri Ozeljanu v spodnji Vipavski dolini. Uporabljali bi jo predvsem za bogatenje akumulacije vodnega zbiralnika na Vogrščku, s čemer bi pomembno popravili njegovo vodno bilanco in izboljšali funkcionalnost akumulacije. S črpalnim zajemom v neposrednem zaledju izvira bi lahko zagotovili zadostne količine kvalitetne pitne vode tudi za bodočo vodooskrbo osrednjega dela Goriške.

Če hočemo doseči smotrno in učinkovito zajem Lijaka, bodisi za vodooskrbo ali bogatenje vogršške akumulacije, moramo vsekakor dobro poznati geološko zgradbo njegove neposredne okolice in širšega zaledja in s tem povezane hidrološke lastnosti bruhalnika. Raziskave smo pričeli leta 1986 z geološkim kartiranjem širše okolice Lijaka v merilu 1 : 10 000 (Čar in Gospodarič, 1986), jih nadaljevali v letu 1987 z izdelavo geološkega načrta v merilu 1 : 500 neposredne okolice bruhalnega območja (Čar, 1987) in jih končali v letu 1988 z izdelavo strukturno-piezometrične vrtine (Čar, Verbovshek, Janež, 1988). Vse raziskave so potekale v okviru raziskovalne naloge »Hidrogeološke raziskave ozemlja med Lijakom in Grgarjem«, ki so jo financirale Zveza vodnih skupnosti Slovenije, Območna vodna skupnost Soča, Republiška raziskovalna skupnost in Občinska raziskovalna skupnost Nova Gorica.



Sl.1 Občasni bruhalnik Lijak se nahaja v dnu skalne zajede pod mogočnim robom Trnovskega gozda zahodno od Ozeljana v spodnji Vipavski dolini. Foto: Andrej Albreht

Fig.1. Temporal resurgence Lijak is situated in the bottom of rocky indentation under the huge border of Trnovski gozd west from Ozeljan in the Lower Vipava valley. Photo by Andrej Albreht

DOSEDANJE RAZISKAVE

Prvi pregledni geološki karti v merilih 1 : 225 000 in 1 : 400 000 zahodne Slovenije je objavil K o s s m a t (1909) z upoštevanjem starejših stratigrafsko-paleontoloških podatkov S t u r a (1858). Na kartah in priloženem profilu so že podane vse osnovne stratigrafske in tektonske značilnosti zahodnega dela Trnovskega gozda in Vipavske doline. Stik triasnih, jurskih in krednih kamnin Trnovskega gozda z eocenskim flišem Vipavske doline je interpretiral kot nariv, ki se pri Grgarju postopno izklinja. Normalen, skoraj vertikalni stik flišnih kamnin in krednega apnenca med Solkanom in Sabotinom pa je po Kossmatovem mnenju antiklinalni del velike polegla gube. Leta 1920 je bila na podlagi S t a c h e j e v i h (1889) in predvsem K o s s m a t o v i h (1909) podatkov tiskana geološka karta Gorica-Gradiška, vendar brez tolmača.

Vipavsko dolino, Trnovski gozd in Kras so v letih 1958—1963 ponovno kartirali geologi Geološkega zavoda iz Ljubljane. Del teh podatkov je v posebni študiji o geologiji Trnovskega gozda objavil B u s e r (1965). Razpravi je priložena tudi geološka karta celotnega Trnovskega gozda od Streliškega vrha do Grgarja. Poleg detaljne stratigrafske razčlenitve kamnin je na karti izrisan tudi narivni rob Trnovskega gozda, ki naj bi se pod Štanjelom in Škabrijelom potegnil še naprej proti severozahodu, podobno kot ga je izrisal na svoji karti že K o s s m a t (1909). Podrobno geološko skico Lijaka je sestavil G o s p o d a r i č (1966). Na dveh prečnih profilih je pri Lijaku zarisal plasti apnenca na flišu in domneval, da voda izvira ob narivnem kontaktu.

Natančneje so litološke, stratigrafske in strukturne razmere jugozahodnega dela Trnovskega gozda in Vipavske doline razvidne iz tiskane geološke karte list Gorica v merilu 1 : 100 000 (B u s e r, 1968), opisane pa v tolmaču (B u s e r, 1973). Karta prikazuje litostratigrafsko razčlenjene mezozojske kamnine Trnovskega gozda in njihov kontakt z eocenskim flišem v severnem pobočju Vipavske doline od Ajdovščine do Sabotina. Od Ajdovščine do Šmihela nad Ozeljanom je stik nariven. Tu naj bi se neizrazito končeval v prelomni coni na kontaktu zgornje in spodnjekrednih apnencev jugovzhodno od Trnovskega gozda. Od Lijaka dalje proti dolini Soče je kontakt med flišnimi kamninami in mezozojskimi karbonati izrisan kot erozijska diskordanca, v strukturnem pogledu pa gradijo kredne kamnine in paleogenski fliš prevrnjeno gubo. Rdeč in zelenkasto siv lapor in laporasti apnenec v okolici Lijaka in v treh izdankih proti zaselku Pri Peči je na geološki karti Gorica 1 : 100 000 označen kot maastrichtijsko-spodnjepaleocenske starosti.

Obraunavani del Trnovskega gozda in Vipavske doline prečkata dva preloma v smeri severozahod—jugovzhod. Prvi sega od Loke do Ravnice. Drugi predstavlja podaljšek raškega preloma. Iz doline Branice se nadaljuje proti severozahodu čez Vipavsko dolino, loči hriba Štanjel in Škabrijel in se potegne dalje proti Grgarski kotlini.

Splošni podatki geološke karte Gorica so bili kasneje izpopolnjeni, geološka zgradba pa na novo interpretirana. V stratigrafskem pogledu je P a v š i č (1977, 1979) horizontaliral flišne kamnine v dveh profilih pri Lijaku. Po nanoplanktonu je spoznal maastrichtijske rdečkaste violičaste in sivkasto rjave biomikritne in laporaste apnenice, spodnjepaleocenske temno rdeče in laporaste

apnenca z vložki rjavkastega laporja v zgornjem delu in lečami sivega apnenca in peščenjaka ter eocenski ritmični fliš, vse v obrnjeni legi.

Tektonsko zgradbo jugozahodne Slovenije je na novo interpretiral *Placer* leta 1981. Karbonatne kamnine Trnovskega gozda je prišteval trnovskemu pokrovu. Po tej interpretaciji fliš okrog Lijaka ni paravtohton v sestavi vipavsko-goriškega sinklinorija komenske narivne grude, pač pa sestavni del inverznih plasti trnovskega pokrova. Novejša interpretacija *Heraka* (1986) posplošuje to rajonizacijo tako, da prišteva trnovski pokrov k dinariku (D), fliš Vipavske doline k epiadrijatiku (E), komensko narivno grudo pa k adrijatiku (A), to je k geotektonskim conam, ki sestavljajo Dinaride med Padsko nižino na severozahodu in vardarsko cono na jugovzhodni strani Jugoslavije.

GEOLOŠKA ZGRADBA KARTIRANEGA OZEMLJA

Severno pobočje spodnje Vipavske doline med Ajdovščino in Solkanom se morfološko izrazito dviguje iz Vipavske doline (okrog 90 m) na planoto Trnovskega gozda (sl. 1). Do višine okoli 300 m je pobočje oblikovano v flišnih kamninah, nato pa se v obliki zelo strmega, mestoma skoraj vertikalnega skalnatega robu izravna v močno zakraselo planoto nagnjeno proti severozahodu. Iz planotastega sveta se dvigajo izrazitejši vrhovi Čaven (1237 m), Vitovski vrh (919 m), Štanjel (553 m) in Škabrijel (546 m). Zgornji del valovitega flišnega pobočja in njegov prehod v skalne apnenčeve stene sta pokrita z blokovno ali debelozrnato apnenčevo periglacialno brečo, pa tudi z recentnimi gruščnatimi zasipi. Najbolj izrazit pas breč pri Črničah sega do reke Vipave, drugi so manj obsežni, vendar tolikšni, da večinoma prekrivajo neposredni geološki stik flišnih in karbonatnih kamnin. Pri našem geološkem kartiranju smo zajeli ozemlje med Šmihelom nad Ozeljanom na vzhodu in segli do Štanjela in zaselka Pri Peči na zahodu. V Vipavski dolini smo kartirali flišna pobočja do aluvialne izravnave, proti severovzhodu pa smo pregledali teren do Trnovega (sl. 2).

Pri stratigrafski opredelitvi kamnin smo se držali podatkov tiskane geološke karte lista Gorica 1 : 100 000 (*Busser*, 1968) in tolmača k tej karti (*Busser*, 1973) ter rezultatov raziskav nanoplanktona, ki jih je posredoval *Pavičič* (1977, 1979).

Stratigrafsko-litološki podatki

Barremij in aptij (K_1^{3+4}). Predel južno in zahodno od Trnovskega gradjo temno rjavkasti, rjavkasti ali sivo rjavkasti mikritni organogeni apneneci z dve horizontoma močno peščenih, temno rjavkastih apnenecv z vložki kalkarenitov. Ostanke rekvienij in nerinej so pogosti, v peščenih plasteh tvorijo lahko tudi lumakele. Kamnine so tanke (povprečno 5 cm) do srednje plastnate (do 30 cm). Plasti vpadajo od 20° do 60° proti zahodu ali jugozahodu. Debelina pregledanih kamnin barremijsko-aptijske starosti je okrog 400 m.

Albij in cenomanijski ($K_1, 2$). Zaradi pomanjkanja vodilnih fosilov ni bilo mogoče stratigrafsko podrobneje razčleniti okrog 250 m debelega paketa kamnin nad barremijsko-aptijskimi apneneci (*Busser*, 1973), ki se vlečejo iz Ovčarjeve

gmajne proti jugovzhodu. Albijsko-cenomanijski apnenci so srednje do debelo plastnate mikritne kamnine (od 20 cm do 1,5 m). Po barvi so rjavkaste in sive, vendar v splošnem nekoliko svetlejše od barremijsko-aptijskih kamnin. Vmes najdemo tu in tam svetlo sive vložke.

Zgornja kreda (K_2^{2+3}). Zgornjekredne kamnine predstavljajo le ponekod neizrazito plastnati, sicer neplastnati apnenci bele, svetlo sive ali svetlo rjave barve. Na številnih lokacijah najdemo v njih rudistno favno, korale in kera-mosferine. Litološko normalen stik med plastnatimi albijsko-cenomanijskimi kamninami in zgornjekrednimi belimi masivnimi apnenci je morfološko zelo izrazit.

Zgornjekredne kamnine gradijo hrib Štanjel, pobočje do zaselka Pri Peči ter zaledje Lijaka tja do strmih skalnatih brežin nad Šmihelom. Apnenci vpada-
dajo v splošnem na območju Štanjela in planotastega sveta v širši okolici Pri Peči položno proti jugozahodu. Ob tektonskem in erozijskem stiku laporja s flišem nad Lokami, pri Lijaku in vzhodno od tod zavzemajo zelo različno slemenitev in vpade ali pa ležijo subvertikalno od 60° do 80° proti jugozahodu. Apnenci so močno zakraseli.

Maastrichtij (K_2^3). Soglasno s Pavšičevo (1977, 1979, 1981) razčlenit-
vijo zgornjekrednih in paleocenskih plasti na podlagi nanoplanktona prište-
vamo maastrichtu siv do sivo zelenkast tanko plastnat laporasti apnenec z med-
plastovnimi vložki zelenkastega laporovca. V pobočju nad Šmihelom opazujemo
zvezne prehode med zgornjekrednim apnencem in maastrichtijskimi litološkimi
členi.

Paleocen (Pc). Po Pavšičevih podatkih (1981) so v profilu zahodno od
Lijaka med Fincem in Brano razvite kamnine najvišjega dela danija, zgornjega
dela srednjega paleocena in zgornjega paleocena s postopnimi prehodi v eocen.
Paleocenske plasti sestavljajo rdečkasti tu in tam vijoličasti laporji v menjavi
s sivkasto rjavimi različki in vložki sivo zelenega laporastega apnenca. V sred-
njem delu najdemo leče sivega apnenca in peščenjaka. Navzgor so vedno pogo-
stejši vložki rjavkastega laporovca in peščenjaka.

Maastrichtijske in paleocenske kamnine so tanko plastnate, debele od 0,5
do 5 cm in nagubane. Ležijo v inverzni legi. Vpadajo od 20° do 50° proti severu
in severoseverozvihu. Najdemo jih v treh krpah zahodno od Lijaka in sicer
nad Lokami, pri Fincu in v grapi Brane. Vzhodno od Lijaka se zgornjekredni
in paleocenski laporovci in laporasti apnenci vlečejo v tektonsko omejenem, a
neprekinjenem pasu od kmetije Murnavi do strmin Povške nad Šmihelom
(sl. 2). Opisane kamnine so neprepustne.

Eocen (E). Eocenske kamnine ležijo na celotnem kartiranem ozemlju od
Loke do Šmihela in Ozeljana v inverzni legi. Razvite so v značilnih nizih. V
stratigrafsko spodnjem delu se nekateri nizi začenjajo z apnenčevimi litolo-
škimi različki. Na območju Pušče ležita v podlagi blokovna breča in konglo-
merat, ki postopno prehajata v apnenčev peščenjak, ta pa v organogeno-detriti-
čni apnenec (sl. 2). V višjih nizih običajno konglomerat ni razvit in se apnen-
čeve kamnine začenjajo s peščenjakom z jasno postopno zrnastostjo. Več podob-
nih nizov, ki se pričenjajo s konglomerati, smo opazovali severozahodno od
Ozeljana in pri Kurenšci. V njih najdemo tudi peščenjake z numuliti. Med
apnenčevimi klastiti se menjavajo značilne flišne kamnine in sicer sivo ze-

lenkast kremenov peščenjak, meljevec in laporovec (sovdan) z značilno iverasto kroitvijo.

Debelina apnenčevih kamnin in vmesnih peščeno-laporastih različkov se spreminja od niza do niza. So pa od nekaj metrov do več metrov debeli. V splošnem lahko zapišemo, da so v stratigrafsko nižjih delih kamnine bolj debelozrnate in nizi debelejši, v zgornjem pa bolj drobnozrnate in nizi tanjši. Kamnine vpadajo od 20° do največ 40° proti severozahodu, severu ali severovzhodu.

Kvartet (Q). Kvartarne kamnine predstavljajo periglacialne debelozrnate do blokovne apnenčeve breče. Sestavljene so iz različno velikih oglatih ali delno zaobljenih klastov in blokov zgornjekrednega apnenca z ostanki rudistov. So povsem ali delno sprijete z rdečkastim sigastim vezivom.

Periglacialne apnenčeve breče v večjih ali manjših vršajih pokrivajo zgornjekredne, paleocenske in eocenske flišne kamnine med Ozeljanom in Lokami.

Holocen (al). K holocenu prištevamo ilovice z vmesnimi grušči v ravnici Lijaka ter obsežne nesprijete pobočne grušče od Štanjela mimo zaledja Lijaka do Šmihela.

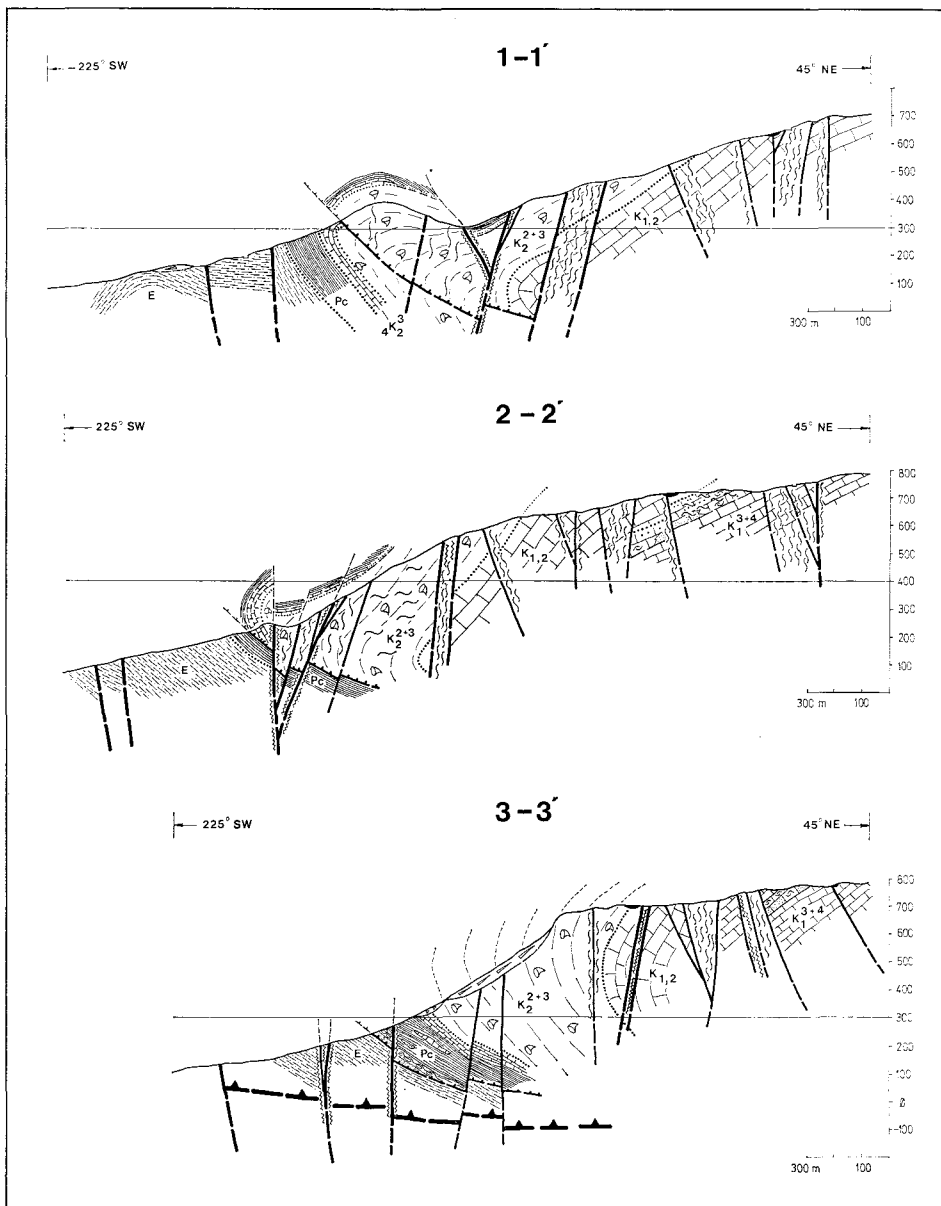
Tektonske razmere

Kartirano ozemlje med Štanjelom, Trnovim in Ozeljanom predstavlja značilen izsek tektonske zgradbe jugozahodne Slovenije kot so jo doslej obravnavali K o s s m a t (1909), B u s e r (1965, 1973) in P l a c e r (1981). Razumljivo je, da so se zaradi natančnejšega kartiranja pokazale tektonske razmere v drobnem bistveno bolj zapletene kot so prikazane na kartah omenjenih avtorjev ter na OGK list Gorica v merilu 1 : 100 000 (1968). Iz razmer na geološki karti (sl. 3) in priloženih profilih (sl. 4) vidimo, da so v splošnem spodnje in zgornjekredne, paleocenske in eocenske plasti zahodno od Ozeljana v normalnem, neprekinjenem zaporedju previte v teme velike polegla gube Trnovskega gozda, ki tone proti severozahodu.

Narivne deformacije

Po interpretaciji tektonskih razmer na OGK list Gorica (1968) naj bi se močan narivni stik Trnovskega gozda in flišnih kamnin Vipavske doline, ki se vleče izpod Čavna po severnem pobočju Vipavske doline proti severozahodu, neznačilno zaključeval na stiku spodnje in zgornjekrednih apnencev nad Šmihelom in Lijakom. P l a c e r (1981) vleče narivnico dalje proti severozahodu pod Sabotinom v Furlansko nižino.

Kartiranje je pokazalo, da predstavlja stik med spodnje in zgornjekrednimi apnenci na obrobju planote južno od Trnovega pod Zverincem (743 m) izredno široko pretrto cono, v kateri opazujemo tudi močne drsne ploskve z vpadom 45° do 55° proti severovzhodu. V zahodni smeri postane njihov vpadni kot vertikalni. Razmere v prelomni coni bi torej lahko kazale na podobno tektonsko interpretacijo, kot je izrisana na OGK list Gorica, vendar bi bilo za potrditev tega potrebno geološko na novo kartirati širše območje ozeljanskih gričev proti Vitovljam. Glede na to, da eocenske flišne kamnine v inverzni legi



Sl. 4 Geološki preseki pri Lijaku.
 Položaj presekov in legenda sta prikazana na sl. 3.

Fig. 4 Geological cross-sections near Lijak.
 Situation of cross-sections and legend are presented on Fig. 3.

redju kamnin Trnovskega gozda, domnevamo, da se narivnica med trnovskim in hrušiškim pokrovom spusti pred Ozeljanom iz pobočja v dno Vipavske doline in se vleče po flišnih kamninah dalje proti severozahodu tako, kot smo nakazali na prerezu (sl. 4).

Geološke razmere v temenu polegla gube zapleta šibkejša narivnica, ki poteka po južnem pobočju Štanjela do Lijaka, od tu pa po pobočju Ravni in Pušče nad Šmihelom. Glede na značilno poševno rezanje različnih stratigrafsko-litoloških členov in sorazmerno šibke narivne efekte domnevamo, da to nikakor ne more biti glavna narivna ploskev med Trnovskim in Hrušiškim pokrovom, skoraj gotovo pa je z njo vzporedna (sl. 4).

Prelomne deformacije

Priložena tektonska karta (sl. 3) potrjuje, da je kartirano ozemlje med Lokami in Trnovim razsekano s številnimi, različno močnimi prelomnimi conami s prevladujočo dinarsko smerjo. Iz ugotovljenih razmer in presoje zbranih podatkov severozahodno od tod sodimo, da se nahaja bruhalnik Lijak v prelomnem pasu, ki smo ga poimenovali lijaška prelomna cona. Ta je verjetno del širše prelomne cone raškega preloma, ki obsega jugozahodni snop prelomnih ploskev med mogočnim podornim zatrepom nad izvirom in južnim pobočjem Štanjela. Severno od tod, na obrobju kraške planote pod Trnovim, poteka nov širok prelomni snop, ki verjetno pripada že naslednji severovzhodnejši prelomni coni, ki smo jo začasno poimenovali trnovska prelomna cona.

Glavna prelomna cona raškega preloma se iz doline Branice vleče proti severozahodu mimo Batuj, čez Šempaško polje do Lijaka in dalje v Grgarsko kotlino. Na kartiranem ozemlju poteka od Ozeljana mimo Lok po južnem pobočju Štanjela dalje proti severozahodu (sl. 3).

Zelo izrazita je lijaška prelomna cona po grapi Brane proti Ravnici. Gre za okoli 200 m široko pretrto območje, v katerem vpadajo prelomne ploskve za 45—90° proti severovzhodu in jugozahodu. V coni so tektonske breče in porušena območja, različno usmerjeni bloki zgornjekrednega apnenca in tri vglubane krpe zgornjekrednih in paleocenskih laporjev in laporastih apnencev (sl. 2). Podatki kažejo, da je predel Štanjela tektonsko relativno dvignjen glede na vmesne pretrte kamnine in pomaknjen proti severozahodu. Vmesni blok se kaže kot tektonski jarek, saj so kredni apnenci severozahodno od tod relativno dvignjeni. Po valovitem poteku tektonskih zrcal na prelomnih ploskvah, ki potekajo čez Lijak, lahko sklepamo, da je narivna ploskev nad Štanjelom in v grapi Brane na nadmorski višini okrog 200 m, v zaledju Lijaka pa precej nižje.

Prelome s smerjo severozahod—jugovzhod povezujejo vezne zdrobljene, porušene in razpoklinske cone. V neposrednem zaledju Lijaka imajo smer sever—jug ali skoraj vzhod—zahod. Na planoti zahodno od Trnovega potekajo vezne pretrte cone v smeri severoseverozahod—jugojugovzhod. Premiki ob omenjenih conah so sorazmerno neznatni, pomembno pa prispevajo k pretrtosti kamnin. V apnencih karakterizirajo različne pretrte cone bolj ali manj razviti nizi vrtač ali brazde. V spodnjekrednih plastnatih apnencih je kraška morfologija izrazitejša kot v neplastnatih zgornjekredne starosti. Potek prelomnih con v flišnih kamninah spremljajo nizi zajetih in nezajetih izvirov in močil (sl. 2 in 3).

GEOLOŠKA ZGRADBA NEPOSREDNE OKOLICE BRUHALNEGA OBMOČJA IN GEOLOŠKI PODATKI STRUKTURNO-PIEZOMETRSKE VRTINE

Mogočni amfiteater nad Lijakom in neposredno okolico bruhalnika gradi bel, svetlo siv do svetlo rjav zgornjekredni apnenec, ki smo ga že opisali (sl. 1). Kamnina je slabo plastnata z vpadom $240/75^{\circ}$ in predstavlja temenski del zgornjega normalnega krila poleg le gube zahodnega dela Trnovskega gozda (sl. 4). Tik pod bruhalnim območjem se ob prelomni ploskvi na zgornjesredni apnenec naslanjajo peščeno-meljasto-laporasti litološki različki eocenske starosti. V strugi, nekaj metrov pod izvirov vpadajo flišne plasti od 70° do 80° proti severozahodu in jugovzhodu ali pa so vertikalne. Njihova slemenitev je torej v bližini bruhalnega območja pravokotna na prelomno ploskev (sl. 4 in 5).

Bližnja okolica bruhalnika Lijaka predstavlja zapleten tektonski vozle (sl. 5). Čez izvir potekata dva dinarsko usmerjena preloma, ki sta del lijaške prelomne cone. Prvi vpada $220-250/85^{\circ}$. Ob njem je zgornjekredni apnenec spremenjen v 10 do 15 m debelo notranjo porušeno cono. Na zunanji, severovzhodni strani opazujemo v apnencu okrog 200 m široko, izredno močno razpoklinsko cono v smeri vzhod—zahod. Flišne kamnine na jugozahodni strani preloma so zaradi drugačnih mehanskih lastnosti pretrte v bistveno ožjem pasu, vendar zelo verjetno do stopnje tektonske gline.

Prav na ožjem bruhalnem območju reže opisano prelomno cono druga, ki je usmerjena nekoliko bolj proti vzhodu oziroma zahodu. S severovzhodne strani je omejena z drsno ploskvijo z vpadom $225/90^{\circ}$, z jugozahodne pa z drsno ravnino, ki vpada za 70° v smeri 210° . Notranja prelomna cona, široka do 20 m, karakterizira zgornjekredni apnenec pretrt do stopnje porušene cone. V njej leži izvorno območje Lijaka (sl. 5).

Na podlagi dobro razvitih drsnic višjega reda ob prelomnih ploskvah obeh opisanih prelomov lijaške prelomne cone, smo skleпали na horizontalni in vertikalni premik. S pomočjo premika antiklinalnega slemena smo ocenili, da znaša horizontalna komponenta okrog 200 m. Vertikalo smo ocenili na 70 do 100 m.

Soglasno z rezultati površinskega kartiranja smo strukturno-piezometriško vrtino zastavili le 26 m od flišnega roba. Predvidevali smo, da bomo na globini okrog 100 metrov že v flišni podlagi. Do globine 8 m je bila vrtina izdelana v izpranem pobočnem grušču z večjimi apnenčevimi samicami. Do končne globine 100,4 m je nato potekala skozi skoraj bel organogen zgornjekredni slabo pretrti apnenec. Na globini 89—89,5 m je bila navrtana kaverna brez sedimenta (sl. 5).

Iz povedanega in prilog vidimo, da je bila z vrtino predvidena geološka zgradba skoraj v celoti potrjena (sl. 5). Po pridobljenem apnenčevem drobirju sodimo, da je vrtina potekala skozi enake litološke člene. To kaže na subvertikalno lego plasti in s tem na antiklinalni del s kartiranjem ugotovljene poleg le gube. Vsekakor pa je vertikalna komponenta premika ob lijaškem prelomu večja kot smo domnevali. Še nadalje ostaja odprto vprašanje, ali je na območju Lijaka v inverznem krilu poleg le gube ohranjen normalni postopni prehod v zgornjekredni flišni lapor, ali pa ležijo apnenci ob lokalni narivni ploskvi neposredno na eocenskih flišnih litoloških členih.

VPLIV GEOLOŠKIH ELEMENTOV NA HIDROLOŠKI ZNAČAJ LIJAKA

Iz obsežnega pregleda objavljene literature, ki jo je podal H a b i č (1970), vidimo, da obstaja obilo podatkov o Trnovskem gozdu in obrobni planotah. V večini del so v središču pozornosti geološke, geomorfološke in speleološke značilnosti obsežnega planotastega sveta med Nanosom in Soško dolino. Hidrološki podatki so dokaj redki, nanašajo pa se predvsem na izvire Vipave, Hublja, Podroteje in Mrzleka. Lijak so doslej prištevali med manj zanimive izvire, predvsem zaradi njegove občasnosti. H a b i č (1970) opozarja na domnevo, da naj bi odtekale nizke vode iz zaledja Lijaka proti približno 40 m nižjemu Mrzleku. Proti taki varianti govori po Habičevem mnenju velika temperaturna in trdotna razlika med vodami Mrzleka in Lijaka. Razpravljanje zaključí s sklepom, da razlik med Lijakom in Mrzlekom zaenkrat ne moremo drugače razložiti kot z različnim hidrografskim zaledjem in različnim podzemeljskim pretakanjem (H a b i č, 1970).

Leta 1974 sta o posebnostih občasnega izvira Lijaka pisala P l a c e r in Č a r (1974). Njegovo prostorsko lego in hidrološke značilnosti sta razlagala s pomočjo oblikovanosti flišne podlage in lokalnih geoloških razmer. Ugotovila sta, da se nahaja Lijak v flišni zajedi ob prelomu severozahod—jugovzhod, pri čemer se flišna podlaga na obeh straneh preloma hitro dviga. Geološka interpretacija flišnih kamnin v podlagi Trnovskega gozda govori o tem, da imata Lijak in Mrzlek v osnovi skupno zbiralno zaledje. Po močnih nalivih privre v Lijaku na dan le višek vode, medtem, ko preostali del odteka proti Mrzleku, tako kot sicer ob srednjih in nizkih hidroloških razmerah. S prelivnim značajem Lijaka razlagata tudi velike temperaturne in trdotne razlike med Lijakom in Mrzlekom.

Kombinacija litologije in strukturno-tektonskih elementov pogojuje prostorsko lego Lijaka in sočasno definira nekatere njegove hidrološke lastnosti (sl. 5). Iz osnovne geološke karte list Nova Gorica v merilu 1 : 100 000 in dose-danje interpretacije zgradbe podlage Trnovskega gozda (P l a c e r in Č a r, 1974) vidimo, da so bile flišna podlaga in mezozojske kamnine Trnovskega gozda ob narivanju od severovzhoda proti jugozahodu deformirane v obliki hribov in dolov v smeri SSV—JJZ.

Iz projekcije dela nariva oziroma stika fliš-karbonatne kamnine (P l a c e r in Č a r, 1974) vidimo, da gre za narivne deformacije prvega reda z valovno dolžino od 15 do 20 km. Znotraj teh opazujemo še manjše deformacije 2. in 3. reda. V okolici Lijaka narivne razmere dodatno zapleta manjša sekundarna narivnica, ki prav na tem mestu seka teme polegile gube Trnovskega gozda. Opisano narivno zgradbo so nato razrezale močne in široke, v splošnem dinarsko usmerjene prelomne cone, z zapleteno notranjo zgradbo. S spletom premikov v horizontalni in vertikalni smeri ter sekundarnimi deformacijami ob njih, posebno še v sinklinalnih delih, so nastale najnižje točke narivnega roba z bolj ali manj ugodnimi hidrološkimi razmerami v zaledju. V eni izmed »strukturnih vrzeli« s tektonsko-hidrološkim ugodnim ozadjem se nahaja Hubelj, v drugi Lijak, antiklinalni del predstavljata Modrasovec in Čaven.

V letu 1986 je Hidrometeorološki zavod iz Ljubljane izdelal hidrološko študijo z naslovom »Preučitev visokih valov Lijaka po obstoječih podatkih za

obdobje 1964—1973 in primerjava s Hubljem ter padavinami na Otlici in Trnovem«. V študiji so prikazane hidrološke karakteristike Lijaka v obdobju 1964—1973, obdelano trajanje in pogostnost bruhanja, izračunan letni volumen odtokov ter podana odvisnost visokih valov Lijaka v primerjavi z izdatnostjo Hublja. Iz študije povzemamo naslednje podatke:

Q_{sr} minimalni letni	$\bar{\varnothing}$ m ³ /s
Q_{sr} srednji letni	0,688 m ³ /s
Q_{sr} maksimalni letni	15,300 m ³ /s

Od 82 do 98 % vseh registriranih pretokov v obdobju 1964—1973 se giblje med 0,0 in 1,0 m³/s. Najbolj izdatni meseci so marec, oktober in november, najmanj pa julij in avgust.

Zanimivi so tudi podatki o volumskih odtokih:

minimalni letni odtok	$0,93 \cdot 10^6$ m ³
srednji letni odtok	$22,10 \cdot 10^6$ m ³
maksimalni letni odtok	$54,20 \cdot 10^6$ m ³

Statistika devetih let kaže, da nastopi preliv pri pretoku Hublja med 2 in 5 m³/s. Ugotovljena je bila linearna odvisnost glede na volumen valov ter sorazmerno dobra odvisnost glede na trajanje valov.

Hidrološka podobnost Hublja in Lijaka je zaradi obsežnosti ozemlja in velike razdalje med izvirova na prvi pogled dokaj nenavadna. Sočasnost ali nezaten časovni zamik valov visokih voda Hublja in Lijaka razlagamo predvsem s približno sočasnostjo in podobno intenzivnostjo padavin na celotnem Trnovskem gozdu. K podobnemu obnašanju obeh izvirov prispevajo tudi približno enaka prepustnost kamnin v različnih delih Trnovskega gozda, njihova dobra razpoklinska povezanost in pripadnost enotnemu hidrogeološkemu bazenu.

Takšno razlago potrjujejo tudi podatki, zbrani z raziskovalno vrtino, ki je bila izdelana med 1. in 17. februarjem 1988 v neposrednem bruhalnem zaledju Lijaka. Do štiridesetega metra se je čista voda, ki je služila kot izplaka, le delno izgubljala, kar kaže na sorazmerno slabo prepustnost zgornjekrednega apnenca. Ob uporabi kompresorja za izpiranje vrtine, je bil do globine 89 m dotok vode v vrtino približno 0,2 l/s. Po navrtanju kraške kaverne brez sedimenta v globini 89 do 89,5 m, je bil izveden črpalni poskus s pomočjo kompresorja, ki je trajal dve uri. Dotok je bil od 8 do 10 l/s, kar pa ni povzročilo znižanja gladine podzemne vode v vrtini (sl. 5).

Opazovanje piezometriške gladine v vrtini in spremljanje aktivnosti bruhalnika, kaže na hitro dvigovanje in upadanje gladine podzemne vode. Po obilnem deževju je izvir 10. 2. 1988 bruhal. Naslednji dan je iztekanje že prenehalo. Gladina vode se je spustila na absolutno koto + 102 m, kar predstavlja višino prelivnega roba v flišni steni pod izvirov (sl. 5). Ponovno deževje je aktiviralo izvir, ki je nato bruhal do 14. 2. 1988. Izlivni nivo je bil približno na višini + 109 m. Čez dva dni, torej 16. 2. 1988, se je piezometriška gladina že spustila na absolutno koto + 82 m, kar je le okrog 5 m nad nivojem zaježitve HE Solkan

(ca. + 77 m) oziroma približno 12 m nad višino izvirnega območja Mrzleka pred potopitvijo.

Primerjava novih geoloških in hidrogeoloških podatkov s starejšimi ugotovitvami potrjuje, da je Lijak značilen prelivni kraški izvir, skozi katerega odtekajo le viški vode ob deževju, ob normalnih hidroloških pogojih pa voda odteka dalje proti Mrzleku, tako kot sta to domnevala že Placer in Čar (1974). Višina zaježitve HE Solkan predstavlja danes relativno erozijsko bazo. Nivo vode v vrtini, ki se je ustalila na absolutni višini + 82 m, ki je, kot smo že omenili, le približno 5 m nad nivojem zaježitve HE Solkan, verjetno kaže pravi nivo podzemne akumulacije.

Splet velike polegledne gube zahodnega dela Trnovskega gozda s postopnim prehodom zgornjekrednega apnenca v flišne kamnine, šibkejša naravnica v temenu polegledne gube in čez sto metrski vertikalni premik ob lijaškem prelomu ustvarja geološke razmere, ki omogočajo veliko akumulacijo podzemne vode. S tem so podani potrebni naravni pogoji za uspešno izkoriščanje bogatega vira kvalitetne kraške vode za morebitno bodočo vodooskrbo Goriške kot tudi bogatenje akumulacije na Vogrščku.

LITERATURA IN VIRI

- Buser, S., 1965: Geološke razmere v Trnovskem gozdu. Geografski vestnik 37, 123—135, Ljubljana.
- Buser, S., 1968: Osnovna geološka karta SFRJ, list Gorica, 1 : 100 000. Zvezni geološki zavod Beograd.
- Buser, S., 1973: Tolmač lista Gorica. Osnovna geološka karta SFRJ, 1 : 100 000. Zvezni geološki zavod Beograd.
- Čar, J., 1987: Geološke razmere v neposredni okolici Lijaka. Tipkopis, 1—6, RE RŽS Idrija.
- Čar, J. in Gospodarič, R., 1986: Podrobna geološka preučitev okolice Lijaka. Tipkopis, 1—16, RE RŽS Idrija.
- Čar, J., Verbovšek, R., Janež, J., 1988: Določitev lokacije, izdelava in interpretacija strukturno-piezometrične vrtnice pri Lijaku. Tipkopis, 1—10, RE RŽS Idrija.
- Gospodarič, R., 1966: Geološke razmere med Lijakom in Mrzlekom. Hidrologija kraska med Idrijco in Vipavo (II. faza). Tipkopis, 1—120. IZRK SAZU.
- Habič, P., 1970: Hidrografske značilnosti Visokega kraska v odvisnosti od geomorfološkega razvoja. Prvi kolokvij o geologiji Dinaridov, Geološki zavod in SGD, 125—133, Ljubljana.
- Herak, M., 1986: Nova koncepcija geotektonike Dinarida. Acta geologica 16/1, 1—42, Zagreb.
- Kossmat, F., 1909: Der küstentländische Hochkarst und seine tektonische Stellung. Verh. k. k. geol. Reich, 86—124, Wien.
- Pavšič, J., 1977: Nanoplankton v zgornjekrednih in paleocenskih plasteh na Goriškem. Geologija 20, 33—64, Ljubljana.
- Pavšič, J., 1979: Zgornjekredni in paleocenski apneni nanoplankton v Posočju. Geologija 22/2, 225—276, Ljubljana.
- Pavšič, J., 1981: Nanoplanktonska biostratigrafija krednih in paleocenskih plasti Slovenije. Rudarsko-metalurški zbornik, 28/4, 369—382, Ljubljana.

- Placer, L., 1981: Geološka zgradba jugozahodne Slovenije. *Geologija* 24/1, 27—60, Ljubljana.
- Placer, L., Čar, J., 1974: Problem podzemeljske razvodnice Trnovskega gozda, Križne gore in Črnovrške planote. *Acta carsologica* 6, 81—93, Ljubljana.
- Stache, G., 1889: Die liburnische Stufe und deren Grenz — Horizonte. *Abh. d. geol. R. A.* 13, 1—170, Wien.
- Stur, D., 1858: Das Isonzo — Thal von Flitsch abwaerts bis Goerz, die Umgebungen von Wippach, Adelsberg, Planina und Wochein. *Jahr. d. k. k. geol. R. A.*, 324—366, Wien.

GEOLOGICAL SETTING AND SOME HYDROLOGICAL PROPERTIES OF LIJAK EFFLUENT

Summary

Problematics

By exploitation of periodical effluent Lijak in lower Vipava valley (Fig. 1) two important water economy problems of the Goriško region could be solved. The water from Lijak would be used for augmentation of accumulation Vogršček and catchment in immediate spring hinterland would provide enough of quality drinking water for the central Goriško region. Reliable future water supply becomes specially important after the Solkan accumulation when polluted water from Soča started to flow into Mrzlek catchment basin.

Field works started in 1986 by geological mapping of wider surrounding of Lijak in the scale 1:10 000 (Čar, Gospodarič, 1986), continued in 1987 with elaboration of geological map in scale 1:500 of the direct vicinity of the effluent area (Čar, 1987) and finished in 1988 by realization of structural-piezometric bore-hole (Čar, Verbovšek, Janež, 1988).

Previous investigations

The first stratigraphic-paleontological data of western Slovenia were gathered 130 year ago by Stur (1858). Later Kossmat (1909) used them while working the geological maps in the scale 1:225 000 and 1:400 000.

The geologists of Geological survey from Ljubljana have mapped in 1958—1963 the Vipava valley, Trnovski gozd and Kras. On the base of gathered data the basic geological map, sheet Gorica in the scale 1:100 000 (Buser, 1968) and commentary were printed (Buser, 1973). A part of these data was published in special study on geology of Trnovski gozd by Buser (1965). Among recent studies we have to mention stratigraphic analyse of flysch rocks west from Lijak by Pavšič (1977, 1979) and interpretation of tectonic structure of the western Slovenia by Placer (1981).

Geological setting of the mapped region

The region among Šmihel above Ozeljan on the east and Štanjel and village Pri Peči on the west were included to the geological mapping. In the Vipava valley the flysch slope up to alluvial flattening was mapped and region towards northeast was surveyed up to Trnovo (Fig. 2).

Regarding the stratigraphic definition of the rocks we considered the data of the published geological map, sheet Gorica 1 : 100 000 (Buser, 1968) and commentary to this map (Buser, 1973) as well as the results of nannoplankton researches by Pavšič (1977, 1979).

Stratigraphic-lithological data

The area south and west from Trnovo (Fig. 2) is built by brownish micritic organogene limestones with two horizons of well sandy, dark brown limestones with inliers of limestone sandstones of Barremian and Aptian (K_1^{3+4}) age. About 250 m thick block of brownish to greyish albian Cenomanian limestone ($K_{1,2}$) follows.

Upper Cretaceous (K_2^{2+3}) rocks are presented here and there by unexpressive bedded, otherwise non-bedded limestone of white, clear grey or clear brown colour. On numerous locations rudist fauna, corals and chermospherine were found. The transition from Lower Cretaceous to Upper Cretaceous limestone is progressive.

Maastrichtian (K_2^3) includes grey to grey greenish thin bedded marl limestone with inliers of greenish marls. The rocks are lying concordantly on the white Upper Cretaceous limestone.

Paleocene beds (Pc) are composed by reddish violet marls interchanging by greyish brown variety and inliers of grey-green marl limestones. In central part the lenses of grey limestone and sandstone can be found. Upwards the inliers of brownish marl and sandstone are more and more frequent.

Maastrichtian and paleocene rocks are thinly bedded, thick from 0.5 to 5 cm and folded. They are lying in inverse position. Their dip is 20° to 50° towards north and north-north-east.

Eocene rocks (E) are lying on the entire mapped region in inverse position. Their development is extremely cyclical. In stratigraphically lower part some cycles start with limestone sedimentological varieties. In upper parts conglomerate usually did not develop and limestones start with sandstone with clear progressive granulation. Among the limestone clastites the significant flysch rocks, grey green chert sandstone, silt and marl (Sovdan) namely are alternating with significant splinter cleavage. The dip of rocks is from 20° to at most 40° north-westwards, north or north-eastwards.

Quaternary rocks (Q) are presented by periglacial thick granulated to block-like limestone breccias. They are composed by differently big angular or partly rounded clasts and blocks of Upper Cretaceous limestone with rudists remains. They are completely or partly agglutinated with reddish flowstone cement.

Holocene (al) is presented by loams with intermediate rubbles in the Lijak plain and vast non-cemented slope debris from Štanjel past Lijak hinterland to Šmihel (Fig. 2).

Tectonic conditions

The mapped region among Štanjel, Trnovo and Ozeljan presents a characteristic sector of tectonic structure of south western Slovenia as was treated till now by Kosmat (1909), Buser (1965, 1973) and Placer (1981). Detailed mapping has shown that the tectonic conditions in details are much more complicated than they are presented on the maps of mentioned authors and on the Basic Geological map, sheet Gorica in the scale 1 : 100 000 (Buser, 1968). From the geological map

(Fig. 3) and annexed profiles it is seen that in general Lower and Upper Cretaceous, Paleocene and Eocene beds west from Ozeljan are distorted in normal, continuous sequence into the crest of big recumbent fold of Trnovski gozd falling north-westwards (Fig. 4).

Thrust deformations

According to interpretation of tectonic conditions on BGM sheet Gorica (Buser, 1968) the strong overthrust contact of Trnovski gozd and flysch rocks of the Vipava valley, going from under Čaven on the northern slope of Vipava valley north-westwards are non-characteristically ended on the contact with Lower and Upper Cretaceous limestones above Šmihel and Lijak. Considering that Eocene flysch rocks, lying in inverse position west from Ozeljan undoubtedly belong to normal stratigraphic sequence of rocks of Trnovski gozd, we suppose that the overthrust between Trnovski gozd and Hrušica nappe is falling down before Ozeljan from the slope into Vipava valley and is going on the flysch rocks further to north-west as it is shown on the cross section (Fig. 4).

Geological conditions on the crest of recumbent fold are complicated by weak thrust line, going on the southern slope from Štanjel to Lijak and from there on the slope Ravni and Pušče above Šmihel (Fig. 3 and 4).

Fault deformations

Annexed tectonical map (Fig. 3) confirms, that the mapped region between Loke and Trnovo is dissected by several, differently strong fault zones with predominant dinaric direction.

The fault zone of strong Raša fault is going from the Branica valley towards northwest past Batuje, past Šempas field to Lijek and further on to Grgar basin. On the mapped region its main fault zone is going from Ozeljan past Loke on the southern slope of Štanjel further to north-west (Fig. 3).

Very expressive is so-called Lijak fault zone in the gulch of Brana towards Ravnica. It is about 200 m wide crushed area where the faulting beds are dipped for 45–90° to north-east and south-south-west. In this zone there are tectonic breccias and crushed regions, differently directed blocks of Upper Cretaceous limestone and three folded patches of Upper Cretaceous and Paleocene marls and marl limestones (Fig. 2 and 4).

The faults oriented to northwest-southeast are connected by crushed, broken and fissure zone. In immediate Lijak hinterland there is the direction north-east or east-west almost. To the beds west from Trnovo crushed zones of the north-north-west—south-south-east are connected. The displacements along mentioned crushed zones are relatively weak but they contribute to crushed zones a lot (Fig. 3).

Geological setting of the direct vicinity of effluent area and geological data of structural-piezometric bore-hole

Magnificent amphitheater above Lijak and its vicinity is built by Upper Cretaceous limestone, dip and strike 240/75°, it means down the slope (Fig. 1). It presents the crest part of the upper normal wing of the recumbent fold of the western part of Trnovski gozd. Adjoining to effluent area along the fault plane on the Upper Cretaceous limestone sand-silt-marl lithological varieties of Eocene age lean (Fig. 2, 5).

The vicinity of Lijak effluent is presented by complicated tectonical knot (Fig. 5). Across the spring two dinaric faults are directed being a part of Lijak fault zone. The first one is dipped $220\text{--}250/85^\circ$. Along it the Upper Cretaceous limestone is changed to 10 to 15 m thick internal crushed zone. The flysch rocks on the south-western side of the fault are because of different mechanical properties crushed in essentially narrower belt but probably up to the tectonical clay.

On the more narrow effluent area the other fault zone is cutting the mentioned one being oriented a little more towards east, west respectively. From northeastern part it is limited by sliding plane dipped for $225/90^\circ$, from south-western by striation, dipped for 70° in direction 210° . The internal crushed zone, up to 20 m wide, is characterized by Upper Cretaceous limestone crushed up to degree of broken zone. The spring area of Lijak lies in it.

According to the results of superficial mapping the structural-piezometric bore-hole has been located 26 m from the flysch border only. We supposed that 100 m deep the flysch base should be reached. Down to 8 m the bore-hole was drilled in washed off slope debris containing bigger limestone blocks. Down to final depth on 100,4 m it was going through almost white organogene Upper Cretaceous limestone badly crushed. 89—89,5 m deep a cavern without sediments (Fig. 5) was hit.

From told and annexes we can see that the bore-hole almost entirely confirmed the supposed geological structure. Vertical component of the displacement is more than 100 m.

The influence of geological elements to hydrological nature of Lijak

Habič (1970) warns, that it is supposed that the low waters from the Lijak hinterland flow off towards 50 m lower Mrzlek. Against this supposition, according to Habič, could be cited great difference in temperature and hardness between the waters of Mrzlek and Lijak. The discussion is concluded that there are different hydrographic hinterlands and different underground through flow (Habič, 1970).

In 1974 Placer and Čar (1974) have written about the singularities of periodical spring Lijak. Its situation and hydrological properties have been explained by the help of shape of flysch base and local geological conditions. They have stated that Lijak and Mrzlek have in fact the common catchment hinterland. The over-flow character of Lijak explains great differences in temperature and hardness between Lijak and Mrzlek.

By the projection of one part of overthrust, the contact between flysch-carbonate rocks respectively (Placer, Čar, 1974) we can see, that it is the thrust deformation of 1st class with length of wave from 15 to 20 km. Inside smaller deformations of 2nd and 3rd class can be observed. Near Lijak the overthrust conditions are additionally complicated by secondary smaller thrust line which cut the crest of recumbent fold of Trnovski gozd exactly on this place. The described thrust structure has been lately cut by generally dinarically oriented fault zones with complicated interior structure. By combination of displacements in horizontal and vertical direction and by secondary deformations along them, in syncline part in particular, the lowest points of thrust border developed by more or less favourable hydrological conditions in the hinterland. In one of »structural gaps« with tectonic-hydrological favourable background lies Hubelj, in second one Lijak, the anticline part being presented by Modrasovec and Čaven.

The study of hydrologic properties of Lijak for the period 1964—1973 shows that 82 from 98 % of all registered discharges is between 0,0 to 1,0 m³/s. Mean annual Q is 0,688 m³/s, maximal annual 15,3 m³/s. The data on volume run off are interesting too. The mean annual is $22,1 \cdot 10^6$, maximal annual is $54,2 \cdot 10^6$ m³.

The statistics of nine years shows that overflow in Lijak appears at Hubelj's discharge between 2 and 5 m³/s. The linear dependence according to water pulse volume and relatively good dependence according to duration of pulses have been stated.

Hydrological similarity of Hubelj and Lijak is because of big territory and great distance between the springs rather odd at first glance. Simultaneous and insignificant temporal difference of water pulses of high waters of Hubelj and Lijak can be explained by approximative simultaneity and similar intensivity of precipitations on the whole Trnovski gozd and by big permeability of rocks and good underground connection within the uniform hydrological basin.

Such explanation is confirmed by the data gathered by the research bore-hole which was achieved between 1st and 17th February 1988 in the immediate hinterland of Lijak effluent (Fig. 5). Up to 40 m the pure water used for washing out disappeared partly which proves relatively bad permeability of Upper Cretaceous limestone. Using the compressor for bore-hole washing out the water inflow to the bore-hole was approximatively 0,2 l/s up to 89 m of depth. After drilling the karst cavern without sediment 89—89,5 m deep the pumping experiment helped by compressor was achieved, lasting two hours. The inflow was from 8 to 10 l/s but it did not cause the lowering of underground water table in the bore-hole (Fig. 5).

During the boring the rains have activated the spring on 14 February 1988. The outflow level was approximatively on the height of 109 m. Two days later, it means 16 February 1988, the piezometric level lowered to absolute Hill + 82 m, which is only about 5 m above the level of accumulation of hydro-power station Solkan (cca + 77 m), approximatively 12 m above the height of spring area of Mrzlek before the inundation, respectively.

Comparison of new geological and hydrogeological facts to older statements confirms that Lijak is typical overflow karst spring draining the high waters during the rain while during the normal hydrological conditions the water flows further on towards Mrzlek, as it was supposed by Placer and Čar already (1974). The altitude of HE Solkan accumulation presents today the relative erosion base. The water level in the bore-hole which stopped on the absolute altitude + 82 m is, as we've already mentioned, 5 m above the level of accumulation of HE Solkan only, showing probably the right level of the underground accumulation.